

AVANCES EN LA CARACTERIZACIÓN CONCEPTUAL DEL TEMA CAMBIO QUÍMICO EN LIBROS DE TEXTO DE CICLO BÁSICO DE NIVEL SECUNDARIO

Gabriela García, Celia Edilma Machado
Universidad Nacional de Rosario

RESUMEN: Se investiga el tema Cambio Químico en dos libros de texto destinados al Ciclo Básico de la educación secundaria de Argentina.

Interesa este estudio porque los profesores que enseñan Química utilizan casi exclusivamente a los libros de texto como guía para el diseño de sus clases, tanto en aspectos conceptuales como didácticos.

Se analizan los aspectos conceptuales de los libros de texto en relación al Cambio Químico, y las relaciones que los vinculan, mediante la identificación de recursos semióticos que se presentan.

Para ello, inicialmente se construyó un Modelo de Referencia Conceptual-Didáctico de Cambio Químico, a partir del cual se seleccionó una serie de ideas centrales, alrededor de las que se desarrollaron las categorías de análisis.

PALABRAS CLAVE: Libros de texto, Cambio Químico, Modelo de Referencia, Análisis conceptual.

OBJETIVOS: Caracterizar la construcción conceptual de algunas ideas centrales del tema Cambio Químico presentadas en los libros de texto, evaluando los conceptos y relaciones que los vinculan.

MARCO TEÓRICO

El libro de texto es uno de los recursos didácticos de mayor tradición en el proceso de enseñar y aprender, mediando entre el docente y los estudiantes. Posibilitan la negociación y construcción de significados a través de la presentación organizada de ciertos contenidos temáticos.

Los aspectos conceptuales de los libros se refieren a la selección, estructuración, jerarquización y transformación del contenido científico con el propósito de ser aprendido. La dualidad conceptual propuesta por Flores y Gallegos (1993) dada en términos teóricos y términos fenomenológicos, respalda el análisis de las relaciones que se establecen entre los fenómenos y la teoría.

Los conceptos e ideas se expresan mediante diversos recursos semióticos, utilizados por los autores para comunicar significados con la finalidad de ayudar a la construcción de conocimientos. Éstos co-

responden a diversas representaciones que se utilizan para dar sentido químico a los fenómenos del mundo real, en el marco de la comunidad científica escolar. Las representaciones de los conceptos e ideas científicas son multimodales, pueden ser verbales, visuales o simbólicas-matemáticas, por lo que se considera a los conceptos químicos como híbridos semióticos (Lemke, 1998).

El tema Cambio Químico se seleccionó, considerando su centralidad en la definición y estructura conceptual de la Química (Garritz, Raviolo y Sosa, 2011, Schummer 2004, 1998), y su vinculación a conceptos fundamentales químicos: sustancia, elemento, compuesto, molécula, átomo, partículas subatómicas y energía (Caldin, 2002).

METODOLOGÍA

El abordaje metodológico es de tipo cualitativo-interpretativo, buscando interpretar y comprender fenómenos más que aportar explicaciones de tipo causal (Latorre et al, 1996). Se utilizó la metodología de estudio de casos múltiples (Rodríguez Gil et al, 1996). La selección de libros se realizó respondiendo a criterios de nivel educativo, pertinencia temática y de conveniencia, derivando dos libros de ciclo básico de nivel secundario que tratan el tema Cambio Químico y son accesibles a las investigadoras. Se los identifica como libro 1 y libro 2.

El análisis conceptual evalúa las ideas sobre Cambio Químico que presenta cada libro, analizando los conceptos y las relaciones que se establecen entre ellos. Para ello, se elaboró un Modelo de Referencia Conceptual-Didáctico de Cambio Químico, construido ad-hoc, identificando conceptos centrales del Cambio Químico y sus relaciones, considerando el contexto de la química escolar (Izquierdo-Aymerich y Adúriz-Bravo, 2003). A partir del modelo se elaboró una serie de Ideas Centrales de Cambio Químico que fueron utilizadas como elemento rector tanto para la recogida de datos, como para el análisis conceptual.

Se presentan datos y resultados en relación a 4 Ideas Centrales en esta investigación en curso:

1. Las RQ¹ son cambios en un *sistema material* que involucran la formación de nuevas *sustancias* (*productos*) a partir de la transformación de una o más sustancias (*reactivos*).
2. Algunas RQ se manifiestan mediante cambios en *propiedades* perceptibles del *sistema material* (color, estado de agregación, olor) así como a través de formas manifiestas de *energía*, como ser luz, calor, electricidad. Estos cambios y manifestaciones se pueden explicar a partir de que los *productos* poseen *propiedades* perceptibles y *energía potencial*² diferentes a las de los *reactivos*.
3. Los *productos* y los *reactivos*, se identifican y diferencian empíricamente, mediante sus *propiedades específicas*, observables y/o medibles a través de instrumentos.
4. Durante las RQ las (numerosas) *partículas* de las *sustancias* que forman el *sistema material* bajo estudio, sufren cambios que pueden representarse y explicarse mediante el *modelo atómico-molecular*: ruptura de *enlaces químicos* entre los átomos o *iones* de las *partículas* de las *sustancias iniciales* y formación de nuevos *enlaces químicos* entre átomos o iones, para generar nuevas partículas de nuevas sustancias con distinta *composición química elemental* y/o *estructura* y *propiedades*.

Los datos se relevaron en dos modos semióticos: textual y visual. Como instrumento de recogida se usó una tabla de doble entrada, en la que para cada Idea Central se relevaron: *representaciones proposicionales literales* (modo textual) e *inscripciones* (modo visual).

1. RQ simboliza al término *reacciones químicas*, que se toma como sinónimo de Cambios Químicos.

2. El término *energía potencial*, se interpreta en este nivel educativo como la “energía almacenada” en las sustancias químicas.

El análisis de datos se hizo bajo las siguientes categorías de análisis: a) Precisión conceptual, b) Presencia o ausencia de conceptos y sus conexiones. c) Promoción de ideas erróneas d) Niveles de representación química presentes (Gilbert y Treagust, 2009) y e) Relaciones entre teoría y fenómenos.

RESULTADOS

Libro 1

Idea central 1: La definición macroscópica de Cambio Químico no presenta precisión conceptual: se usan indistintamente los términos “material” y “sustancia”. No se explicita la formación de nuevas sustancias, sino la transformación de los “materiales”. Se promueve la idea errónea de transformación de las propiedades con conservación de las sustancias. Los conceptos “reactivo” y “producto” están ausentes (recién aparecen mencionados en el apartado “ecuaciones químicas”). El concepto “sistema material” está ausente. La formación de nuevas sustancias es explicitada exclusivamente en el nivel submicroscópico de reacomodamiento de átomos y conservación de elementos. No presenta ejemplos ni imágenes relacionados con la idea.

Idea central 2: Aparece representada con dos ejemplos a nivel macroscópico: oxidación del hierro, en la que cambian “color” y “dureza”, y combustión de ramas en la que se libera energía en forma de “calor” y “luz”. No se presentan explícitamente los conceptos de la idea ni la conexión entre los cambios perceptibles y la transformación de reactivos en productos.

Idea central 3: No está presente de manera precisa. Se mencionan las “reacciones de identificación de sustancias”, como una clase de RQ en las que para poner en evidencia la presencia de una determinada “sustancia” se usan “reactivos”, generando “cambios característicos”.

Idea central 4: Se explica que los Cambios Químicos se interpretan como un reacomodamiento de “átomos/iones”, mediante la ruptura y formación de “enlaces”, formando nuevas “sustancias”. No aparece el concepto de “partícula de sustancias”, ni “composición química”, ni “estructura”, ni “propiedades”. No presenta ejemplos ni imágenes. La idea es presentada de manera verbal y puramente teórica en el nivel submicroscópico.

Libro 2

Idea central 1: Se define al Cambio Químico como la transformación de una o más “sustancias” en otra u otras sustancias con “propiedades” y “composición” diferentes a las de las “sustancias iniciales”. No menciona el concepto de “sistema material”. El ejemplo dado, la electrólisis de agua, está representado en el nivel submicroscópico con una imagen de modelos moleculares y describiendo verbalmente la ruptura y formación de enlaces químicos para formar nuevas moléculas. Se menciona que las sustancias producidas “son muy diferentes al agua”, sin mencionar las propiedades que las diferencian. No se muestran los aspectos macroscópicos de esta RQ.

Idea central 2: Se explica que las RQ se evidencian a partir de alguna “evidencia experimental”, que se usa en el sentido de cambios en “propiedades perceptibles”. Se explicita que no en todas las RQ “aparecen los signos mencionados”. Se promueve la idea errónea de que las RQ, si ocurren, ocurren únicamente cuando “dos” sustancias se mezclan. Los ejemplos presentados (“cambio de color”, “formación de precipitado”, “desprendimiento de gas”, “cambio de temperatura”, “cambio de olor o acidez”) son explicados a partir de las características específicas del producto formado, con excepción de uno de ellos: desprendimiento de calor al colocar hidróxido de sodio en agua. En este caso se transmite la idea errónea de que el desprendimiento o absorción de calor es siempre debido a RQ. Esta idea está expresada totalmente en el nivel macroscópico.

Idea central 3: Se explica, en el nivel macroscópico, que las “nuevas sustancias” producidas poseen “propiedades” diferentes a las de las “sustancias iniciales”, que, aunque no sean directamente perceptibles, pueden detectarse realizando un “análisis químico” sobre la “mezcla”. No presenta ni ejemplos.

Idea central 4: Se menciona el modelo de partículas para hacer referencia al “modelo atómico-molecular”, explicando que los “átomos” de los “reactivos” se separan y se reagrupan de manera diferente, formándose nuevas “sustancias”. No aparece el concepto de “partículas de sustancias”. El ejemplo, síntesis de agua, describe verbalmente la ruptura y formación de enlaces entre átomos de hidrógeno y oxígeno, y se representa con una imagen que muestra un recipiente conteniendo “moléculas” antes, durante y después de finalizada la RQ. No se relaciona este modelo submicroscópico con el aspecto macroscópico del fenómeno.

CONCLUSIONES

Esta investigación resulta de interés ya que aporta un instrumento de análisis conceptual para libros de texto, en este caso de un tema particular, el Cambio Químico. Su aplicación permite elaborar una caracterización del tema en los libros, lo cual puede aportar criterios válidos para los docentes a la hora de seleccionar los libros que mejor se adecuen desde el aspecto conceptual al modelo referencial propuesto.

De los elementos analizados, se puede concluir que el libro 1 presenta un modelo conceptual de Cambio Químico con imprecisiones e inconexo. En relación a los términos “sustancia” y “material”, su uso indistinto corresponde a una concepción alternativa muy estudiada y considerada obstáculo para la comprensión del Cambio Químico (Furió y Domínguez, 2007, Furió, C., & Furió, C., 2000, Azcona y otros, 2004). Respecto a la transformación de las “sustancias/materiales”, aparece otra concepción alternativa que considera los cambios químicos como transformación de propiedades pero conservándose las sustancias. No explicita todos los conceptos ni las relaciones necesarias para una comprensión del Cambio Químico congruente con el modelo propuesto. Los ejemplos dados son meramente descriptivos de fenómenos, pero desconectados de las explicaciones teóricas que los convierten en Cambios Químicos. La idea de formación de nuevas sustancias, se presenta exclusivamente en el nivel submicroscópico sin un fenómeno que requiera de una explicación. Se enfatiza el cambio en los materiales (propiedades) pero sin explicar sus causas. La ausencia de un modelo expreso visual basado en el modelo atómico-molecular, que haga de “puente” entre el fenómeno y las representaciones más abstractas (ecuaciones químicas), enfatiza su carácter inconexo.

En el caso del libro 2, se puede concluir que presenta un modelo conceptual de Cambio Químico más cercano al modelo referente. Pone en relación aspectos fenomenológicos con explicaciones teóricas, aunque de manera limitada. No siempre se explicita que las manifestaciones de los Cambios Químicos son consecuencia de la formación de nuevas sustancias. El modelo atómico molecular se introduce de manera prematura para explicar fenómenos que no siempre aparecen o se analizan macroscópicamente con poca profundidad. La necesidad de identificar los productos de una reacción química mediante un “análisis químico”, se presenta solo en el caso de no haber manifestaciones perceptibles en el sistema.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZCONA, R., FURIÓ, C., INTXAUSTI, S., & ÁLVAREZ, A. (2004). ¿Es posible aprender los cambios químicos sin comprender qué es una sustancia? *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (40), 7-17.

- CALDIN, E. F. (2002), The Structure of Chemistry In Relation to the Philosophy of Science. *HYLE International Journal for Philosophy of Chemistry*, Vol 8, No 2, 103-121.
- FLORES CAMACHO, F., y GALLEGOS CAZARES, L. (1993). Consideraciones sobre la estructura de las teorías científicas y la enseñanza de la ciencia. *Perfiles educativos*, (62), 24-30.
- FURIÓ, C., y DOMÍNGUEZ, M. C. (2007). Deficiencias en la enseñanza habitual de los conceptos macroscópicos de sustancia y de cambio químico/Usual teaching deficiencies when explaining the macroscopic concepts of substance and chemical change. *Journal of Science Education*, 8(2), 84.
- FURIÓ, C., y FURIÓ, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación química*, 11(3), 300-308.
- GILBERT, J. K. y TREAGUST, D.F. (2009) *Introduction: Macro, Submicro and Symbolic Representations and the Relationship Between Them: Key Models in Chemical Education*. En Gilbert, J.K. y Treagust, D. (eds.) *Multiple representations in chemical education*. Springer.
- IZQUIERDO-AYMERICH, M., y ADÚRIZ-BRAVO, A. (2003). Epistemological foundations of school science. *Science & Education*, 12(1), 27-43.
- LATORRE, A., DEL RINCÓN, D., & ARNAL, J. (1996). Investigación educativa. Fundamentos y metodología. *Labor. Barcelona*.
- LEMKE, J. (1998). Multiplying meanings: Visual and verbal semiotics in scientific text. In J. R. Martin & R. Veel (Eds.), *Reading science: Critical and functional perspectives on discourse of science* (pp. 87-113). London: Routledge.
- RAVIOLO, A., GARRITZ, A., SOSA, P. (2011) Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8 (3), 240-254.
- RODRÍGUEZ Gil J., GIL FLORES, J. y GARCÍA JIMÉNEZ, E. (1996). *Metodología de la investigación cualitativa*. Aljibe. Málaga.
- SCHUMMER, J. (1998) The Chemical Core of Chemistry I. A Conceptual Approach -*HYLE –International Journal for the Philosophy of Chemistry*, Vol. 4, 129-162.
- SHUMMER, J. (2004) Substances versus reactions, *HYLE International Journal for Philosophy of Chemistry*, 10 (1), 3-4.

